

123

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 39 42 663 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 39 42 663.7
㉑ Anmeldetag: 22. 12. 89
㉒ Offenlegungstag: 27. 6. 91

㉓ Int. Cl.⁵:
B 44 F 1/12
G 06 K 19/18
B 41 M 1/26
B 44 F 1/02
B 05 D 1/40
C 09 K 19/38
B 42 D 15/02
B 32 B 27/06
G 02 F 1/13
// C08L 83/04, C08J
5/12, G03B 27/52

DE 39 42 663 A 1

㉔ Anmelder:

GAO Gesellschaft für Automation und Organisation
mbH, 8000 München, DE

㉕ Vertreter:

Klunker, H., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.; Schmitt-Nilson, G.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Hirsch, P., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

㉖ Erfinder:

Heckenkamp, Christoph, Dr.-Phys., 8000 München,
DE; Schwenk, Gerhard, Dr.-Chem., 8039 Puchheim,
DE; Moll, Jürgen, Dr.-Chem., 8029 Sauerlach, DE

㉗ Datenträger mit einem Flüssigkristall-Sicherheitselement

- ㉘ Gegen Fälschungsversuche durch Farbkopierer geschütz-
ter Datenträger wie eine Ausweiskarte oder ein Wertpapier,
welche ein optisch variables Sicherheitselement aus einem
Flüssigkristallmaterial enthalten. Das Sicherheitselement
wie z. B. ein Sicherheitsfaden weist eine kunststoffähnliche
Schicht aus einem Flüssigkristallpolymer auf, die bei Raum-
temperatur ein ausgeprägtes Farbwechselspiel zeigt. Die
kunststoffähnlichen Eigenschaften der Flüssigkristallpolyme-
re ermöglichen eine leichte Verarbeitung zu Halbzeug oder
zum fertigen Produkt, so daß sich ganz unterschiedliche
Arten von Sicherheitselementen herstellen lassen.

DE 39 42 663 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Datenträger, insbesondere Wertpapiere, Dokumente, Ausweiskarten oder dgl. mit einem optisch variablen Sicherheitselement, das ein Flüssigkristallmaterial enthält. Wegen der leichteren Lesbarkeit wird im folgenden häufig die Abkürzung FK für Flüssigkristall verwendet.

Die zunehmende technische Reife von Farbkopierern führt zu Kopien, die in Farbe, Auflösung und Qualität immer weniger von den Originalen zu unterscheiden sind. Als Schutz vor Fälschung mit Hilfe von Farbkopierern oder Scannern wird für Datenträger mehr und mehr die Verwendung von optisch variablen Elementen als Sicherheitselemente propagiert. Solche Elemente haben gemeinsam, daß sie je nach Beleuchtungs- und Betrachtungsbedingungen unterschiedliche Farb- oder Helligkeitswiedergaben aufweisen. Zu den gebräuchlichsten optisch variablen Elementen zählen Beugungsgitter, Hologramme, Interferenzbeschichtungen, metamere Farben und polarisierenden Beschichtungen.

Hologramme und Gitter basieren auf Beugungswirkungen. Interferenzbeschichtungen bestehen meist aus mehreren übereinanderliegenden Schichten, wobei die Schichtdicken in der Größe der Wellenlänge des Lichts liegen.

Metamere Druckfarben bestehen üblicherweise aus Mischungen von Pigmenten mit unterschiedlichen Remissionsbanden. Diese Zusammensetzung bewirkt, daß bei einem Wechsel der Beleuchtungsart die metameren Farben ihren visuellen Farbeindruck verändern.

Dichroitische Farbstoffe haben die Eigenschaft, weißes Licht je nach Polarisationsrichtung in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen zu absorbieren. Die Folge ist ein polarisationsabhängiger Farbeindruck.

Nachteilig ist bei den bekannten optisch variablen Echtheitsmerkmalen, daß diese entweder in der Herstellung sehr teuer, mit herkömmlichen Herstellungsverfahren nicht verarbeitbar oder mit anderen Echtheitsmerkmalen oder Kartenelementen nur begrenzt kompatibel sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein kopierschutzwirksames Merkmal vorzuschlagen, das betrachtungswinkelabhängige Effekte aufweist, das kostengünstig und mit konventionellen Verfahren herstellbar und mit anderen Merkmalen verträglich bzw. kombinierbar ist.

Die Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Hauptanspruchs genannten Merkmale gelöst. Weiterbildungen sind in den neben- und untergeordneten Ansprüchen genannt.

Die Erfindung beruht auf der Verwendung von Flüssigkristall-Polymeren als Sicherheitselemente. Diese Polymere stellen nach geeigneter orientierter Herstellung bei Raumtemperatur einen kunststoffähnlichen Festkörper mit einem ausgeprägten Farbwechselspiel dar. Ein derart geeignetes Herstellungsverfahren besteht beispielsweise im Aufrakeln des noch flüssigen Materials auf eine Unterlage und das anschließende Aushärten durch UV-Bestrahlung. Als Flüssigkristall-Polymere eignen sich insbesondere Flüssigkristall-Silikonpolymere und cholesterinische Organopolysiloxane. Geeignete Flüssigkristallpolymere, deren chemische Struktur und deren Herstellung sind in den veröffentlichten Patentanmeldungen EP-OS 01 36 501, EP-OS 00 60 335 und EP-PS 00 66 137 beschrieben. Auf den Offenbarungsgesamt dieser Druckschriften wird ausdrücklich Bezug genommen.

Die Verwendung von konventionellen Flüssigkristal-

len als Sicherheitselement ist bereits bekannt und wird beispielsweise in der AU-PS 4 88 652 (Commonwealth) vorgeschlagen. Diese Druckschrift beschreibt eine laminierte Banknote mit einer Zwischenschicht, in der ein Sicherheitselement in Form eines Flüssigkristallmaterials eingelagert ist. Das FK-Material wird drucktechnisch auf ein Inlett aufgetragen. Die Flüssigkristalle befinden sich in einem flüssigen Aggregatzustand und werden, eingebettet in allseits geschlossene Mikrokapseln, einer Druckfarbe zugemischt. Die Prüfung auf Echtheit erfolgt durch Farbwechsel des Sicherheitselements infolge einer Temperaturänderung.

Flüssigkristalle verhalten sich trotz einer strukturellen Anisotropie üblicherweise wie eine Flüssigkeit, weshalb es erforderlich ist, diese Materialien in Kapseln oder Hohlräume einzuschließen. Hieraus resultiert eine komplizierte Fertigungstechnik. Neben der aufwendigen Einkapselung der FK-Materialien ist es wegen der Verletzungsgefahr der Hohlräume oder Kapseln nicht möglich, die vorgeschlagenen Sicherheitselemente in der herkömmlichen Art und Weise unter Druck- und Wärmeanwendung (klassische Kaschiertechnik) in Folien oder Ausweispapiere einzubetten. Ebenso ungeeignet sind gekapselte Flüssigkristalle als Sicherheitselement auf Banknoten oder Wertpapieren mit Stahltiefdruck, da die in diesem Herstellungsverfahren notwendigen hohen Druckbelastungen zur Zerstörung der Kapseln und Hohlräume führen.

Flüssigkristalle können aber auch nach entsprechender Verarbeitung in fester Form vorliegen und vom Verarbeitungsverfahren abhängig eine hochgradige Ausrichtung ihrer Moleküle aufweisen, wodurch die optisch variablen Eigenschaften in vollem Umfang und in voller Brillanz hervortreten. Bei den erfindungsgemäßen FK-Systemen überschreitet die Farbreinheit des reflektierten Lichts nur selten einen Bereich von 100 nm, die Farbwechseleffekte mit der Änderung des Betrachtungswinkels sind sehr ausgeprägt, das reflektierte und transmittierte Licht weist eine ausgeprägte zirkuläre Polarisation auf. Die vollausgebildeten optisch variablen Eigenschaften machen derartige FK-Polymere in besonderer Weise geeignet für die Verwendung als Sicherheitselement auf Datenträger, Wertpapieren und Ausweisen. Die Farbwechselspiele sind selbst für Laien leicht beobachtbar. Die wellenlängenselektive Reflektivität und die Polarisationseffekte machen das Material in hohem Maß geeignet für eine automatisierte Prüfung. Die Vielfalt und Ausgeprägtheit der optischen Effekte erschwert die Anfertigung von Eindrucksfälschungen. In praktisch allen Ausführungsformen lassen sich die FK-Elemente zusätzlich sowohl als maschinenlesbare Echtheitsmerkmale als auch zusammen mit anderen Maschinenmerkmalen verwenden. Aufgrund der IR-Durchlässigkeit der FK-Polymere können die weiteren Maschinenmerkmale unter Umständen auch unter den FK-Polymeren angeordnet sein.

Die Festkörpereigenschaften der FK-Polymere erleichtern es in beträchtlichem Maß, aus ihnen Sicherheitselemente herzustellen. Zum ersten entfällt das Einschließen der Flüssigkristalle in einen Hohlkörper, zum zweiten besteht keine Gefahr des Aufplatzens und des Austritts der Flüssigkristalle während nachfolgender Bearbeitungsschritte und während der Lebensdauer des Datenträgers. Die Fertigungsprozesse und die Anwendungen gestalten sich dadurch äußerst problemlos.

Die kunststoffähnlichen Eigenschaften der Flüssigkristallpolymere ermöglichen eine leichte Verarbeitung zu Halbzeug oder zum fertigen Produkt. Das Ausgangsma-

terial liegt im allgemeinen als Granulat vor und kann mit den aus der Kunststoffertigung bekannten Verfahren und Maschinen geformt und weiterverarbeitet werden. Dadurch wird es auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik möglich, auf der Basis von FK-Polymeren ganz unterschiedliche Arten von Sicherheitselementen herzustellen und verschiedene Anwendungsfälle abzudecken.

So können Trägerbahnen aus einem reißfesten Kunststoff mit einer Schicht aus FK-Polymeren beschichtet werden. Die resultierende Materialbahn kann anschließend zu schmalen Bahnen oder Fäden geschnitten werden, die als Sicherheitsfäden in Papier oder anderen Stoffen eingebettet werden können.

Alternativ dazu können auch mehrschichtige Folienbahnen hergestellt werden, die eine eingebettete Schicht aus einem FK-Polymer enthalten. Solche Bahnen können als Klebe- oder Transferbänder gestaltet werden, die sich zum Aufkleben oder Aufstempeln von Transferelementen auf Papier- oder Kunststoffoberflächen eignen.

Schließlich lassen sich FK-Polymere auch als selbsttragende Folien herstellen. Diese Folien können beispielsweise als Folienlagen für mehrschichtige Ausweiskarten verwendet werden.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den neben- und untergeordneten Ansprüchen sowie den nachfolgenden Figuren und Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Fig. 1 die spektralen Transmissions- und Reflexionseigenschaften von FK-Polymeren unter verschiedenen Betrachtungswinkeln,

Fig. 2 eine Banknote mit einem Fenster-Sicherheitsfaden mit einer oder mehreren Schichten aus FK-Polymeren,

Fig. 3 einen Sicherheitsfaden mit einer Schicht aus einem FK-Polymer,

Fig. 4 einen symmetrisch aufgebauten Sicherheitsfaden mit außenliegenden Schichten aus FK-Polymeren,

Fig. 5 einen symmetrisch aufgebauten Sicherheitsfaden mit innenliegenden Schichten aus FK-Polymeren,

Fig. 6a, b einen bedruckten, symmetrischen Fenster-Sicherheitsfaden im Querschnitt und Aufsicht,

Fig. 7a, b einen bedruckten Sicherheitsfaden mit Bewegungseffekten im Querschnitt und Aufsicht,

Fig. 8a, b eine Ausweiskarte mit einem Transferelement mit einer FK-Schicht in Aufsicht und als Schnittbild,

Fig. 9a, b eine Ausweiskarte mit einer visuell nicht lesbaren, durch das Sicherheitselement abgedeckten Kodierung,

Fig. 10 einen Querschnitt durch ein Transferband,

Fig. 11 den Transfer eines FK-Sicherheitselements auf ein Substrat,

Fig. 12 eine Ausweiskarte mit einer einkaschierten Schicht aus FK-Polymer,

Fig. 13 eine Prüfanzordnung für FK-Sicherheitselemente,

Fig. 14, 15 Detektoranordnungen zum Nachweis von FK-Sicherheitselementen.

Um die in den Figuren und Ausführungsbeispielen erläuterten Anwendungen und Effekte der Flüssigkristallpolymere leicht verständlich zu machen, werden vorab einige wichtige Eigenschaften dieser Stoffe erläutert.

FK-Polymere sind eine spezielle Variante von Flüssigkristallen, bei denen der flüssigkristalline Zustand in einer Polymermatrix "eingefroren" ist, wodurch die opti-

schen Eigenschaften besonders signifikant hervortreten. So absorbieren Flüssigkristallpolymere normalerweise kein Licht, ihre Färbung entsteht durch Mehrfach-Interferenz von Licht an den einzelnen Kristallebenen. Der Farbeindruck im Auf- und Durchlicht ist dementsprechend unterschiedlich. Das reflektierte Farbspektrum enthält nur einen schmalen Frequenzbereich um eine zentrale Wellenlänge und zeigt dadurch eine hohe Farbsättigung. Das transmittierte Spektrum ist komplementär zum reflektierten und weist einen Einbruch im Bereich um die Zentralwellenlänge auf.

Bei einer Anwendung der FK-Polymere auf opaken Substraten wird eine besonders hohe Farbreinheit für alle Betrachtungswinkel erzielt, wenn die Flüssigkristallschicht auf einem schwarzen Untergrund aufgebracht wird. Das reflektierte Spektrum ist dann ungestört von Sekundärreflexionen am Untergrund.

Die Gitterkonstanten von erfindungsgemäßen, orientierten FK-Polymeren können im Bereich von 300 nm bis 1 000 nm eingestellt bzw. bei der Synthese definiert werden, so daß die reflektierte Zentralwellenlänge bei senkrechtem Einfall im nahen Infrarot oder im Sichtbaren liegt. Mit flacher werdenden Beobachtungswinkel verschiebt sich die Zentralwellenlänge des Reflexionsbandes in Richtung kürzerer Wellenlängen. So ist beispielsweise die in Aufsicht reflektierte Wellenlänge im Vergleich zur Reflexion bei 60° um ca. 20% größer.

Fig. 1 zeigt die spektrale Reflexion R einer FK-Schicht bei senkrecht einfallender Beleuchtung in Kurve 1 sowie bei einer Beleuchtungsrichtung von 60° in Kurve 2. Der Farbeindruck kann demnach für spezielle FK-Polymere von grün nach violett, von gelb nach blau, von hellrot nach grün oder bei einer IR-Reflexionsbande von schwarz nach rot wechseln. Die Gitterkonstante und damit die Grundfarbe des Flüssigkristallpolymers hängt von der genauen chemischen Struktur des Flüssigkristalls ab und kann durch die Synthesebedingungen im Bereich zwischen 300 und 1 000 nm definiert eingestellt werden.

Fig. 2 zeigt eine Anwendung eines FK-Polymers für einen Fenstersicherheitsfaden. In eine Banknote 11 mit einem Sicherheitsdruckbild 12 ist ein Sicherheitsfaden 13 während der Papierherstellung in der Weise eingebettet worden, daß er in den Fenstern 14 an der Oberfläche des Papiers zu liegen kommt und somit visuell erkennbar ist. Je nach Ausführungsform schwankt die Breite solcher Sicherheitsfäden zwischen 0,5 und einigen wenigen Millimetern.

Um durch optisch variable Effekte der Banknote einen Kopierschutz zu verleihen, wird der Sicherheitsfaden 13 so ausgebildet, daß er einen oder mehrere Schichten aus einem FK-Polymer enthält. Varianten für die Herstellung und für den Aufbau von Sicherheitsfäden werden in den Fig. 3–7 wiedergegeben.

Fig. 3 zeigt im Querschnitt eine erste Variante für einen Sicherheitsfaden 13a; er besteht aus einem Kunststoffträger 20, vorzugsweise wird hierfür eine Polyesterfolie mit einer typischen Dicke von 20–100 Mikrometer verwendet. Der Träger 20 ist auf einer Seite mit einer mehrere Mikrometer dicken Schicht 21 aus einem FK-Polymer beschichtet. Um die Farbwechselspiele der Flüssigkristalle optisch hervorzuheben, wird die Folie 20 vorzugsweise schwarz eingefärbt. Der Faden wird während der Papierherstellung so orientiert, daß die Flüssigkristallschicht an der sichtbaren Außenfläche vorliegt.

Fig. 4 zeigt im Querschnitt als weitere Variante einen Sicherheitsfaden 13b mit einem symmetrischen Lage-

naufbau. Symmetrisch aufgebaute Sicherheitsfäden haben den Vorteil, daß man während der Einbettung in das Papier nicht auf die Orientierung des Fadens achten muß. Der Faden 13b besteht aus zwei Trägerfolien 20, die beide einseitig aus einer Schicht 21 aus FK-Polymeren beschichtet sind. Die Trägerfolien 20 sind mit einem Kaschiervermittler 22 so miteinander verbunden, daß ein symmetrischer Lagenaufbau mit außenliegenden FK-Schichten entsteht. Um den Farbreichtum zu erhöhen, kann man wahlweise die Trägerbahnen 20 und/oder den Kaschiervermittler 22 mit Transparent- oder Pigmentfarben einfärben. Eine fertigungstechnisch einfache Lösung ist es, nur den Kaschiervermittler 22 einzufärben, vorzugsweise wird hierfür ein deckendes Schwarz verwendet.

Fig. 5 zeigt eine weitere Variante eines symmetrisch aufgebauten Sicherheitsfadens 13c im Querschnitt. Im Gegensatz zur Fig. 3 liegen jetzt die Trägerfolien 20 auf den Außenseiten des Fadens 13c und schützen so die innenliegenden FK-Schichten 21 vor Beschädigung. In dieser Variante wird vorzugsweise nur der Kaschiervermittler mit einem Farbstoff eingefärbt. Da die außenliegenden Trägerschichten 20 transparent bleiben müssen, werden sie entweder gar nicht oder nur schwach gefärbt.

Die Fig. 6a und 6b zeigen eine weitere Variante eines Sicherheitsfadens 13d im Querschnitt (Fig. 6a) und in Aufsicht (Fig. 6b). Der Faden 13d besitzt analog zur Fig. 5 einen symmetrischen Lagenaufbau aus zwei Trägerfolien 20, zwei FK-Schichten 21 und einer Klebeschicht 22. Im Rahmen eines Fertigungsprozesses wurde der Faden aus zwei beschichteten Folienpaaren 30, 31 zusammengefügt. Vor dem Zusammenfügen wurde die Oberfläche 33 eines der beiden Folienpaare mit einem Druckbild 34 aus schwarzer Farbe versehen, und zwar wurden auf die Oberfläche einer FK-Polymerschicht in einem konventionellen Druckverfahren alphanumerische Zeichen in Mikroschrift aufgebracht. Zusätzlich wurde ein transparenter Kaschiervermittler 22 verwendet. Im Durchlicht erscheinen jetzt in den Fensterbereichen des Papiers die Schriftzeichen schwarz vor dem optisch variablen Farbhintergrund der Polymerschicht. Im Auflicht dagegen zeigen nur die Mikroschriftzeichen einen Farbwechsel.

In einer anderen Variante des Sicherheitsfadens der Fig. 6a und 6b werden die Schriftzeichen 34 in grünem Mikrodruck auf einer der FK-Schichten aufgetragen, während der Kaschiervermittler 22 schwarz eingefärbt wird. Gleichzeitig wird das FK-Material so gewählt, daß es unter einem bestimmten Betrachtungswinkel, beispielsweise unter senkrechtem Einfall auf dem schwarzen Untergrund grün erscheint. Bei Beobachtung des Sicherheitsfadens unter diesem Winkel erscheint dann die Gesamtoberfläche grün. Bei einer Änderung des Betrachtungswinkels wechselt der Farbton der FK-Polymerschicht, während in der Schrift der grüne Farbton dominant bleibt. Das Resultat ist ein Sicherheitsfaden, dessen Schrift erst beim Verkippen des Fadens sichtbar wird.

Die Fig. 7a und 7b zeigen eine weitere Variante 13e im Querschnitt (Fig. 7a) und in Aufsicht (Fig. 7b). Der Sicherheitsfaden besteht aus einer Trägerfolie 20 und einer Schicht 21 aus FK-Polymeren. Die Polymerschicht wurde in einem konventionellen Druckverfahren mit einem Muster aus verschiedenfarbigen, diagonal verlaufenden Streifen 40 bedruckt. Als spezielle Farbfolge für das Muster 40 wurde am dargestellten Beispiel rot 41, gelb 42, grün 43, blau 44 ausgewählt, wobei sich das Muster beliebig oft über die Fadenlänge wiederholt.

Beim Betrachten dieses Sicherheitsfadens 13e erscheinen die farbigen Flächenbereiche 40 durch die FK-Schicht hindurch jeweils mit unterschiedlichen Farbfekten. Das Farbspektrum der einzelnen Bereiche setzt sich zusammen aus dem Reflexionsband der aufgedruckten Farbstoffe. Zusätzlich werden die Farben der Flüssigkristallschicht additiv zugemischt. Aufgrund der winkelabhängigen Reflexionscharakteristik der FK-Polymere kann bei entsprechender farblicher Abstimmung des FK-Polymers mit den Farbstreifen mit der dargestellten Anordnung bei einer Verkipfung des Fadens die Illusion eines sich längs des Fadens bewegendes farbigen Streifens hervorgerufen werden. Analog zur Fig. 5 läßt sich auch diese Ausführungsvariante zu einem Sicherheitsfaden mit einem symmetrischen Schichtaufbau erweitern.

Die in den Fig. 3–7 gezeigten Varianten können je nach gewünschtem Erscheinungsbild auf vielfältige Weise variiert werden. Die optisch variablen Effekte der FK-Polymere lassen sich durch Einfärben beliebiger Schichten mit "klassischen" Farben kombinieren, wobei als Farbstoffe sowohl transparente Farbstoffe als auch Pigmentfarbstoffe verwendet werden können. Die Farbstoffe selbst können in einer beliebigen Schicht (auch in der FK-Schicht, dann allerdings nur in geringen Konzentrationen) des Sicherheitsfadens eingebracht sein und/oder als Druckbild auf einer ebenfalls beliebigen Schicht des Fadens aufgebracht sein.

Die in den Figurenbeschreibungen angegebenen Einfärbungen sind lediglich als Vorschlag zu verstehen, die angegebenen Farben können beliebig durch andere Farbstoffe ersetzt werden. Diese Kombinationsmöglichkeiten ergeben eine enorme Vielfalt an möglichen Farbvariationen, Farbillusionen und kinetischen Effekten.

Die in den Fig. 3–7 gezeigten Varianten von Sicherheitsfäden lassen sich auf der Basis eines einzigen Halbzeugs produzieren. Zur Herstellung des Halbzeugs wird eine Folienbahn 20 aus einem Trägermaterial wie Polyesterkunststoff mit einer Schicht 21 aus FK-Polymeren beschichtet. Je nach Farbdesign des Sicherheitsfadens verwendet man bedruckte, transparente oder eingefärbte Trägerfolien. Die Dicke der Folienbahn liegt vorzugsweise im Bereich von weniger als einem zehntel Millimeter, für die FK-Beschichtung ist meist eine Filmdicke von ca. 10 Mikrometer ausreichend. Fertigungsbedingt liegen die typischen Bahnbreiten des Halbzeugs im Bereich von einem Meter.

Zur Herstellung bedruckter Sicherheitsfäden werden die Trägerbahn und/oder die FK-Schicht in einem geeigneten Fertigungsverfahren mit den gewünschten Mustern oder Zeichen auf bekannten Druckmaschinen bedruckt. Zur Fertigung mehrschichtiger, vor allem symmetrisch aufgebauter Sicherheitsfäden werden die beschichteten und eventuell bedruckten Folienbahnen aufeinandergelegt und mit einem Kaschiervermittler verbunden.

Erst nachdem die Bahnen den gewünschten Lagenaufbau besitzen, werden sie auf bekannten Schneidvorrichtungen zu den Fäden geschnitten. Die endgültige Fadenbreite liegt dabei je nach dem gewünschten Einsatzzweck zwischen einem Bereich von 0,5–5,0 mm. Die so erhaltenen Fäden eignen sich insbesondere zur Einbettung in Papier, können aber auch zwischen den Kunststoffschichten einer Ausweiskarte eingebettet werden.

Eine andere Klasse von Sicherheitselementen bilden die Transferelemente, sie werden häufig auf Kreditkar-

ten, Ausweiskarten, Banknoten, Wertpapiere und dergleichen aufgebracht, um sie vor Fälschung und insbesondere vor Vervielfältigung durch Kopieren zu schützen. Für diese Zwecke eignen sich auch Sicherheitselemente auf der Basis von FK-Polymeren aufgrund ihrer optisch variablen Eigenschaften. Die Transferelemente werden nach dem Transferverfahren von Trägerbändern auf die Oberfläche der zu schützenden Objekte übertragen.

Die Fig. 8a und 8b zeigen eine Ausweiskarte 50 mit einem symbolisch angedeuteten Datensatz 49 und mit einem Transfer-Sicherheitselement 51 in Aufsicht und als Schnittbild. Das Sicherheitselement 51 enthält eine Schicht aus einem FK-Polymer, weshalb es die für diese Materialien typischen Farbwechselspiele aufweist.

Transferelemente bestehen üblicherweise aus mehreren Schichten, die Fig. 8b zeigt einen Schnitt durch die Ausweiskarte entlang der Linie I/I. In der Figur ist die Höhe des Elementes stark übertrieben dargestellt, gewöhnlich beträgt sie nur wenige 10 Mikrometer. Auf dem Substrat 53 liegen nacheinander eine Klebeschicht 54, eine Schutzlackschicht 55, eine FK-Schicht 56 und nach außen abschließende Schutzlackschicht 57. Dieses Sicherheitselement, das hier in einer sehr einfachen Ausführungsform dargestellt ist, läßt sich in vielfältiger Weise variieren.

Die Möglichkeiten zur Farbgestaltung der FK-Elemente sind analog zu den Sicherheitsfäden. Wenn man Wert auf visuell deutlich erkennbare Farbwechselspiele legt, dann färbt man den Untergrund vorzugsweise schwarz. Zum Zumischen einer Farbe zum reflektierten Spektrum wurde, wie in Fig. 8a gezeigt, das Element 51 auf einem bedruckten Untergrund 60 aufgebracht. Das Druckbild kann dabei vielfach variiert werden, eine einfache Gestaltung ist ein einfarbiger Untergrund, eine verbesserte optische Wirkung hat ein mehrfarbig bedruckter Untergrund mit kontrastierenden alphanumerischen Zeichen oder Mustern wie diagonal verlaufenden bunten Streifen, ineinandergeschachtelten farbigen Kreisen usw. Besonders interessante Effekte ergeben sich, wenn der Untergrund 60 eine schwarzweiße oder farbige Fotografie, eine Unterschrift und dergleichen enthält.

Ähnliche Farbwirkungen wie beim Bedrucken des Untergrunds kann man erreichen durch Färben, Bedrucken oder Beschriften geeigneter optisch wirksamer Schichten des Transferelements, die sich beim Transfer nicht verändern.

Wie später noch erläutert wird, ermöglicht es das Transferprinzip dem optischen Element einen beliebigen äußeren Umriß zu geben. Die in der Fig. 8 dargestellte Wappenform 61 steht deshalb stellvertretend für einen Streifen, ein Siegel, ein Firmenlogo, ein alphanumerisches Zeichen, eine Zifferung, Guillochenmuster usw. Durch die Form des Umrisses 61 erhält das optisch variable Element einen individuellen Ausdruck.

Die Fig. 9a und 9b zeigen in Aufsicht und als Schnittbild eine Anwendungsvariante, in der Kartendaten mit einem FK-Element zugleich unauffällig getarnt und vor Verfälschung geschützt werden. FK-Polymere mit visuell sichtbaren Farbwechselspielen sind im Infraroten meist transparent und können somit mühelos mit im infraroten Bereich lesbaren Kodierungen kombiniert werden. In einem ersten Druckprozeß wurde hierzu auf die Oberfläche einer Karte 70 mit einer IR-absorbierenden Druckfarbe 71 eine Kodierung 72 aufgetragen. Im nächsten Schritt wurde diese IR-Kodierung 72 mit einer IR-transparenten, im sichtbaren Spektralbereich aber

undurchlässigen Deckfarbe 73 überdruckt. Im letzten Schritt wurde dann ein FK-Sicherheitselement 74 auf diesen Bereich auf die Deckfarbe 73 aufgesiegtelt.

Aus fertigungstechnischen Gründen bevorzugt man zum Aufbringen von Sicherheitselementen aus FK-Polymer auf die Oberfläche eines Substrats das Transferprinzip. Bei diesem Prinzip wird in einem ersten Verfahrensschritt ein Transferband hergestellt, anschließend wird in einem zweiten Verfahrensschritt das Sicherheitselement vom Transferband gelöst und mit dem Substrat verbunden.

Fig. 10 zeigt den Aufbau eines Transferbandes 100 im Querschnitt, wie es zum Aufbringen von Sicherheitselementen mit einer FK-Schicht auf eine Substratoberfläche geeignet ist. Auf eine Trägerfolie 101 befinden sich nacheinander eine Wachsschicht 102, eine Schutzlackschicht 103, eine Schicht aus einem FK-Polymer 104, eine Farbschicht 105 und eine Heißklebeschicht 106. Die Trägerfolie besteht vorzugsweise aus einem reißfesten Kunststoff-Polyester mit einer Dicke im Bereich von weniger als einem zehntel Millimeter. Die übrigen Schichten eines Transferbandes weisen üblicherweise eine Dicke von wenigen Mikrometern bis einigen 10 Mikrometern auf. Die auf der Wachsschicht liegenden Schichten 103–106 bilden das spätere Sicherheitselement. Zur Erzielung von Farbeffekten kann das Transferband während seiner Herstellung in verschiedenen Schichten eingefärbt oder bedruckt werden.

Zum Aufbringen des Sicherheitselements auf das Substrat wird das Transferband 100, wie in Fig. 11 gezeigt, mit der Heißklebeschicht 106 auf das Substrat 111 aufgelegt und angepreßt. Das Anpressen erfolgt mit einem beheizten Transferstempel 112 oder alternativ auch mit einer Transferrolle. Unter Druck- und Wärme einwirkung verbindet sich die Heißklebeschicht mit dem Substrat. Gleichzeitig schmilzt die Trennschicht 102 und ermöglicht das Abziehen des Trägermaterials 101. Die Verbindung des Sicherheitselements mit dem Substrat erfolgt nur in den Flächenbereichen, in denen die Trennschicht flüssig geworden ist, d. h. nur in den vom Transferstempel erhitzten Flächenbereichen. In den anderen Flächenbereichen bleibt der Schichtaufbau und das Trägermaterial fest miteinander verbunden. Beim Abziehen des Trägerfilms vom Substrat reißt der Schichtaufbau entlang der Konturkanten 113 des Transferstempels, wodurch die Kontur 113 des transferierten Sicherheitselements stets der Kontur des Prägestempels entspricht. Auf diese Weise sind auch komplizierte Umrißstrukturen realisierbar wie beispielsweise Firmenlogos, Blockbuchstaben und ähnliches. Der Prozeß des Heißsiegelns als solches ist bekannt und wird beispielsweise in der DE-OS 33 08 831 beschrieben.

FK-Polymere lassen sich auch zu Folien verarbeiten. In dieser Form eignen sie sich insbesondere als groß- oder vollflächige Sicherheitselemente für mehrschichtige Ausweiskarten.

Die Fig. 12a und 12b zeigen beispielsweise eine kaschierte Ausweiskarte 120, die aus einem Papierinlett 121 und zwei außenliegenden thermoplastischen Deckfolien 122 und 123 besteht. Die Schichten werden unter Druck und Wärmeanwendung zu einer kompakten Ausweiskarte verpreßt. Die Karteninformationen sind üblicherweise auf dem Inlett aufgedruckt, das im gezeigten Beispiel ein Bild des Inhabers 124, Kartendaten 125 und ein Firmenlogo 126 aufweist. Zur Erhöhung der Fälschungssicherheit wurde in den Kartenaufbau zwischen dem Inlett und der oberen Deckfolie in der linken Kartenhälfte eine Folie aus FK-Polymer 127 eingefügt. Die

Farbwechselspiele der Flüssigkristallfolie lassen sich durch die transparente Deckfolie beobachten, wobei das farbige gedruckte Firmenlogo 126 zusätzlich Farbeffekte hinzufügt.

Manche FK-Verbindungen vernetzen unter Einwirkung energiereicher (z. B. UV-) Strahlung und bilden erst dadurch einen chemisch stabilen Film. Unbelichtete, d. h. nicht ausgehärtete Bereiche können mit Lösungsmitteln entfernt werden. Analog zu den bekannten phototechnischen Verfahren der Halbleiter- und Druckplattenherstellungstechnik kann auf diese Weise eine definierte Fläche eines FK-Filmes durch eine Maske belichtet und anschließend in den unbelichteten Bereichen die Beschichtung chemisch entfernt werden, so daß Muster, Buchstaben, Ziffern etc. entstehen.

Selbstverständlich ist es auch möglich, die gesamte Kartenfläche mit der Folie aus Flüssigkristallpolymer abzudecken. Als Alternative zum Beifügen einer Folie in den Kartenaufbau bietet sich an, vor dem Kaschieren das Flüssigkristallelement nach dem Transferprinzip auf das Inlett zu übertragen. Eine weitere Variante besteht darin, im gewöhnlichen Aufbau von kaschierten Karten eine oder beide Deckfolien 122, 123 als Gesamtes durch eine FK-Folie zu ersetzen.

Als groß- oder vollflächige Sicherheitselemente eignen sich Folien aus FK-Materialien. Solche Folien werden vorzugsweise aus einer Flüssigkristall-Substanz hergestellt. Um eine für die Sicherheitszwecke geeignete Folie zu erhalten, wird die FK-Substanz auf einem Walzenstuhl verarbeitet. Die für die optischen Effekte notwendige Ausrichtung der Flüssigkristallmoleküle erfolgt durch Scherkräfte, die beim Walzen auftreten. Das so hergestellte Folienmaterial eignet sich so insbesondere zur Herstellung von Ausweiskarten, läßt sich aber auch zu anderen Echtheitskennzeichen, wie beispielsweise einem Sicherheitsfaden, verarbeiten.

Zur maschinellen Prüfung von Echtheitskennzeichen auf der Basis der erfindungsgemäßen Flüssigkristall-Polymeren eignen sich in besonderer Weise deren Polarisationseigenschaften und deren Wellenlängenselektivität. Das reflektierte Licht ist zunächst spektral auf einem Bereich um die Zentralwellenlänge eingeeengt, darüber hinaus wird unpolarisiertes Licht in Flüssigkristallpolymeren in rechts- und linksdrehende Komponenten zerlegt. Je nach chemischer Zusammensetzung des Polymers wird nur einer der beiden Anteile reflektiert, während der komplementäre Anteil transmittiert wird.

Eine Möglichkeit der maschinellen Prüfung wird am folgenden an einem Film aus FK-Polymer dargestellt, der sich auf einem schwarzen, vollständig absorbierenden Träger 128 befindet. Wie in Fig. 13 gezeigt, wird das Element 130 unter einem vorbestimmten Winkel mit einem unpolarisierten Lichtstrahl 131, beispielsweise einer Glühlampe 129 beleuchtet. Nach der Reflexion trifft der Lichtstrahl 132 auf das in Fig. 14 dargestellte Detektorsystem 133, mit dem der Nachweis der spektralen Filterung und der zirkularen Polarisation durchgeführt wird.

Den Aufbau des Detektorsystems 133 zeigt Fig. 14. Innerhalb des Detektorsystems 133 durchläuft der reflektierte Strahl 132 zunächst ein Farbfilter 141, der nur Licht der erwarteten Zentralwellenlänge passieren läßt. Dann trifft der Lichtstrahl auf eine Lambda/4-Platte 142, die die zirkuläre Polarisation in eine lineare Polarisation umwandelt. Anschließend fällt das Licht auf einen 1:1-Strahlteiler 143, von wo die beiden Teilstrahlen 144, 145 auf zwei Detektoren 146, 147 mit davor angeordneten Polarisationsfiltern 148, 149 gelangen. Die Po-

larisationsebenen 150, 151 der beiden Filter stehen senkrecht aufeinander, gleichzeitig sind sie zu den beiden optischen Achsen der Lambda/4-Platte unter 45° ausgerichtet.

Die maschinelle Echtheitsprüfung stützt sich auf eine Analyse der beiden Detektorsignale. Die Funktionsweise des Detektorsystems wird im folgenden anhand mehrerer Fälle aufgezeigt.

A) Echtes Element

Das reflektierte Licht passiert ungehindert den Farbfilter. In der Lambda/4-Platte wird aus der zirkulären eine lineare, entweder horizontal oder vertikal stehende Polarisation erzeugt. Die lineare Polarisation führt dazu, daß einer der beiden Detektoren 146, 147 die volle Intensität empfängt, während der zweite Detektor kein Licht erhält.

B) Gefälschtes, unpolarisiert reflektierendes Element

Das spektral korrekte, aber unpolarisiert reflektierte Licht weist auch nach dem Passieren der Lambda/4-Platte keine bevorzugte Polarisationsrichtung auf. Beide Detektoren empfangen je 50% des reflektierten Lichts.

C) Gefälschtes Element mit Spektralfehler

Das reflektierte Licht wird im Farbfilter 142 absorbiert, entsprechend empfängt keiner der beiden Detektoren ein Signal.

D) Gefälschtes linear polarisierendes Element

Die 45°-Anordnung von Lambda/4-Platte und den beiden Polaristoren führt dazu, daß unabhängig von der ursprünglichen Polarisationsrichtung des reflektierten Lichts beide Detektoren das gleiche Signal empfangen.

Um die Fehlersignifikanz zu erhöhen, lassen sich auch zur Prüfung eines einzigen Elements mehrere Detektorsysteme verwenden, die beispielsweise unter unterschiedlichen Winkeln angeordnet sind und dementsprechend auf unterschiedliche Zentralwellenlängen reagieren.

Dem Fachmann ist klar, daß das Detektorsystem auf vielfache Weise realisiert werden kann. Fig. 15 zeigt als eine wartungsfreundliche Alternative eine Anordnung unter Verwendung von Lichtleitfasern. Basis der optischen Anordnung ist wiederum Fig. 13. Im Detektorsystem 133 durchläuft der reflektierte Lichtstrahl 132 zunächst einen Farbfilter 161 zur Überprüfung der Zentralwellenlänge. In der folgenden Lambda/4-Platte 162 wird die zirkuläre Polarisation in eine lineare umgewandelt. Eine Einkoppeloptik 153 koppelt den Lichtstrahl 132 in ein Lichtleitersystem 154 ein, bekannte Strahlweichen trennen den Strahl in äquivalente Teilbündel auf. Am Ende jedes Teilbündels befindet sich ein Polarisator-Detektor-Paar 155/156 und 157/158 für die beiden unterschiedlichen Polarisationsrichtungen.

Bei Licht der korrekten Wellenlänge und Polarisation empfängt (im Fall verlustfreier Optiken) einer der beiden Detektoren 156/158 50% der Eingangsintensität, der zweite erhält kein Licht. Im Fall eines gefälschten Elements mit unpolarisiertem reflektiertem Licht empfängt jeder der beiden Detektoren 50% der Eingangsintensität. Auf diese Weise lassen sich Fälschung und Original unterscheiden.

Patentansprüche

1. Datenträger, insbesondere Wertpapier, Doku-

ment, Ausweiskarte oder dgl. mit einem optisch variablen Sicherheitselement, das ein Flüssigkristall-Material enthält, dadurch gekennzeichnet, daß das Material ein Flüssigkristall-Polymer ist, welches in orientierter Form und bei Raumtemperatur als Festkörper vorliegt.

2. Datenträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Material ein vernetzbares Flüssigkristall-Silikon-Polymer ist.

3. Datenträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Material ein Organopolysiloxan oder ein Organooxysilan ist oder eine Verbindung mit einem Organopolysiloxan oder einem Organooxysilan darstellt.

4. Datenträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Flüssigkristall-Polymer als Schicht oder Film im Sicherheitselement oder im Datenträger vorliegt.

5. Datenträger nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die mit Flüssigkristall-Polymer beschichteten Trägerfolien (20) paarweise mit einem Kaschiervermittler (22) so aneinander gefügt sind, daß ein symmetrischer Schichtaufbau (13c, 13d) entsteht.

6. Datenträger nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Fläche des Sicherheitselements mit transparenten absorbierenden und/oder reflektierenden Farben (34, 40) bedruckt oder eine Schicht des Sicherheitselements mit derartigen Farben eingefärbt ist.

7. Datenträger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitselement in einem bedruckten und/oder beschrifteten Bereich (60) des Datenträgers aufgebracht ist.

8. Datenträger nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Datenträger im Bereich des Sicherheitselements eine visuell nicht sichtbare Kodierung (72) aufgebracht ist.

9. Datenträger nach mindestens einem der Ansprüche 1 – 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Flüssigkristall-Polymer als Folie (127) verarbeitet ist.

10. Datenträger nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Folie (127) als Sicherheitselement in den Aufbau eines mehrschichtigen Datenträgers (120) eingefügt ist.

11. Datenträger nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Folie die Deckfolie (122, 123) des Datenträgers ist.

12. Optisch variables Sicherheitselement für die Ausstattung von Datenträgern mit Flüssigkristall-Material, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitselement als mehrschichtiges Transferelement mit mindestens einer Schicht (56) aus Flüssigkristall-Polymeren ausgebildet ist.

13. Sicherheitselement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß Schichten oder Flächen des Transferelements mit transparenten absorbierenden und/oder reflektierenden Farbstoffen bedruckt oder eingefärbt sind.

14. Sicherheitselement nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Umriß (61) des Transferelements eine vorbestimmte Form in Form eines Logos, eines Siegels, eines Wappens, alphanumerischer Schriftzeichen, Guillochenmuster oder dgl. aufweist.

15. Halbzeug zur Herstellung eines Sicherheitselements nach mindestens einem der Ansprüche 12 – 14, dadurch gekennzeichnet, daß auf eine Träger-

gerfolie (20) eine Schicht (21) oder ein Film (21) aus einem Flüssigkristall-Polymer aufgebracht ist.

16. Halbzeug zur Herstellung eines Sicherheitselements nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß zwei beschichtete Trägerfolien (20) mit einem Kaschiervermittler (22) so aufeinandergefügt sind, daß ein symmetrischer Schichtaufbau vorliegt.

17. Halbzeug nach den Ansprüchen 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schicht oder Fläche des Halbzeugs mit Farbstoffen bedruckt und/oder eingefärbt sind.

18. Halbzeug nach mindestens einem der Ansprüche 12 – 14, dadurch gekennzeichnet, daß es aus mindestens einem Trägerband und einer Trennschicht, einer Schicht mit Flüssigkristall-Polymer besteht.

19. Verfahren zur Herstellung eines Datenträgers nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Aufbringen des noch flüssigen Flüssigkristall-Materials auf eine Trägerfläche,
- Orientierung des Flüssigkristall-Materials durch mechanisches Einwirken von Scherkräften,
- Aushärten des orientierten Materials zum Festkörper,
- Ein- oder Aufbringen des Flüssigkristall-Festkörpermateri- als in oder auf den Schichtaufbau des Datenträgers.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerfläche eine separate Trägerfolie ist.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Orientierung durch Aufrollen des Flüssigkristall-Materials erfolgt.

22. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerfläche eine Druckwalze ist, auf die das Flüssigkristall-Material direkt aufgerollt oder aufgewalzt wird und von der das Flüssigkristall-Material durch einen Druckvorgang auf eine Fläche des Datenträgers übertragen wird.

23. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Aushärten durch definierte Energiezufuhr erfolgt.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Energiezufuhr durch Bestrahlung mit UV- oder IR-Licht erfolgt.

25. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Energiezufuhr durch Einwirkung eines Elektronenstrahls erfolgt.

26. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Flüssigkristall-Material auf der Trägerfläche einen selbsttragenden Film bildet, der nach dem Aushärten abgelöst wird.

27. Verfahren zur Herstellung eines Datenträgers nach mindestens einem der Ansprüche 1 – 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Flüssigkristall-Material in orientierter und ausgehärteter Form auf einen Trägerfilm angeordnet wird und von diesem Trägerfilm auf den Datenträger oder eine Schicht des Datenträgers im Transfervorgang übertragen wird.

28. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 19 – 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Aushärten des Flüssigkristall-Materials nicht ganzflächig, sondern in Form von Mustern, Zeichen oder dgl. erfolgt und die nicht ausgehärteten Bereiche nach dem Aushärtungsschritt entfernt werden.

29. Verwendung eines Flüssigkristall-Polymers zur Absicherung und/oder Echtheitsidentifizierung von Datenträgern wie Wertpapier, Ausweiskarte oder dgl.

30. Verfahren zur maschinellen Prüfung eines Datenträgers nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitselement mit einer Lichtquelle unter wenigstens einem vorbestimmten Winkel beleuchtet wird und die Polarisations-eigenschaften und/oder die spektralen Eigenschaften des reflektierten Lichts mit geeigneten Detektoranordnungen überprüft werden.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Eigenschaften des reflektierten Lichts unter mehreren Beleuchtungs- und/oder Beobachtungswinkeln geprüft werden.

32. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 30 oder 31, gekennzeichnet durch

- eine Lichtquelle (129), die das Sicherheitselement (130) unter mindestens einem vorbestimmten Winkel beleuchtet,
- eine oder mehrere Farbfilter (141, 161) zur Prüfung der spektralen Eigenschaften des reflektierten Lichts,
- eine polarisationsoptische Komponente (152, 162),
- einen Strahlteiler (143) zur Aufspaltung des reflektierten Lichts in Teilstrahlen unterschiedlicher Polarisation und
- polarisierende optische Komponenten (148, 149, 155, 157) und Detektoren (146, 147, 156, 158) zur Messung der Intensität der Teilstrahlen.

33. Anordnung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß der reflektierte Strahl (132) in ein faseroptisches System (154) mit einer Optik (153) eingekoppelt wird, wobei die Strahlteiler und polarisierenden Komponenten (155, 157) in dem System integriert sind.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

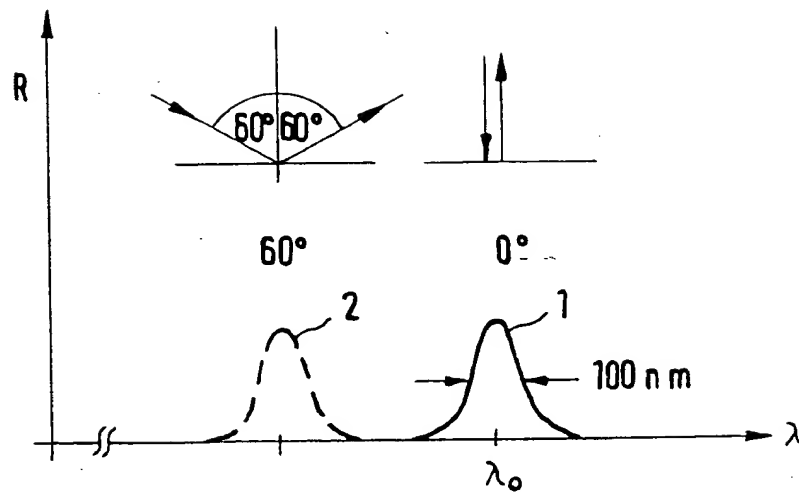


FIG. 1

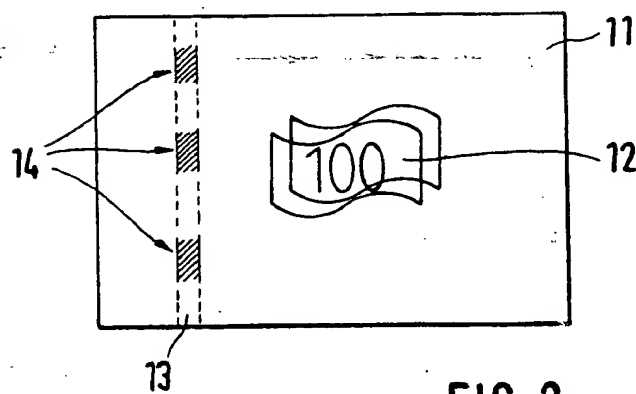
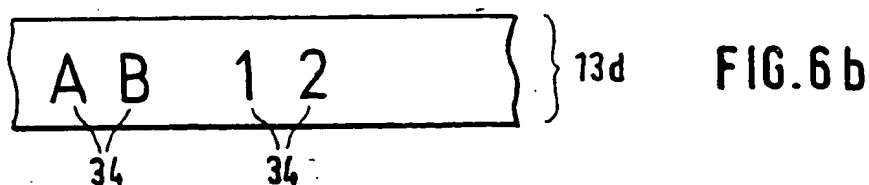
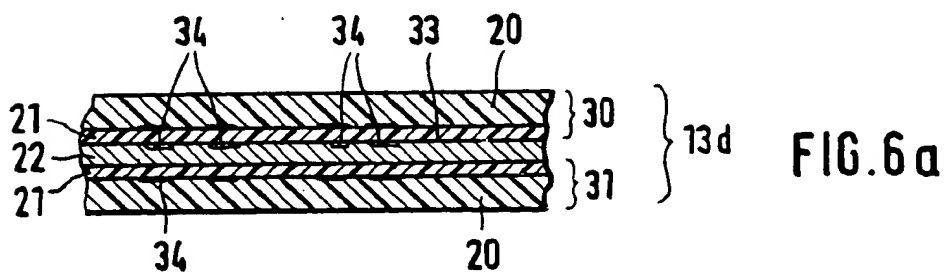
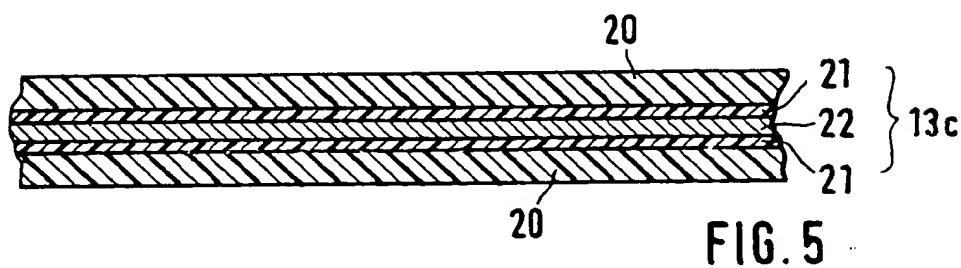
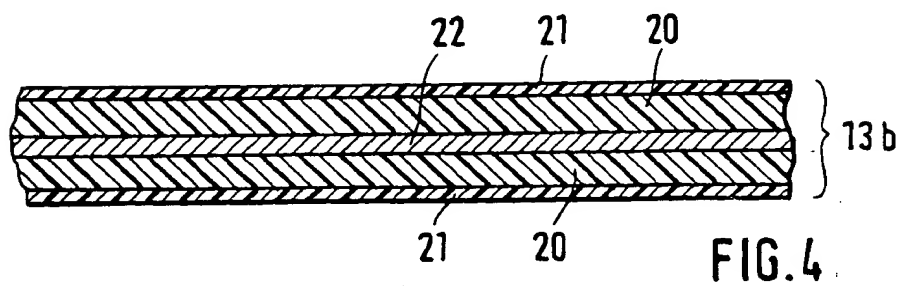
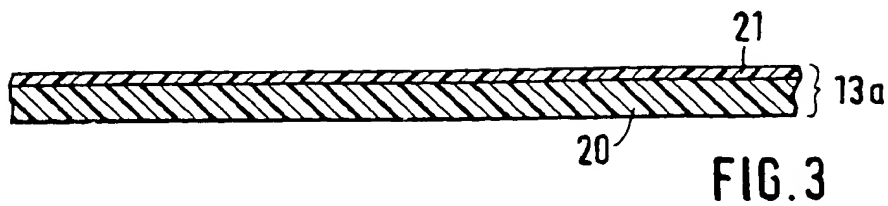


FIG. 2



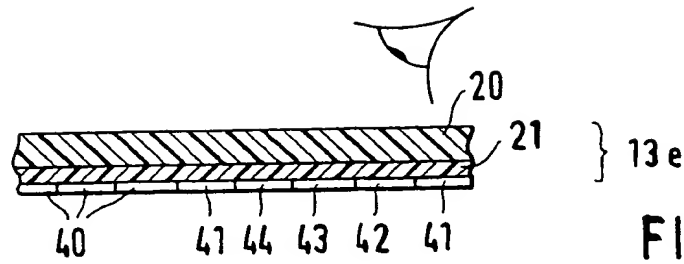


FIG. 7a

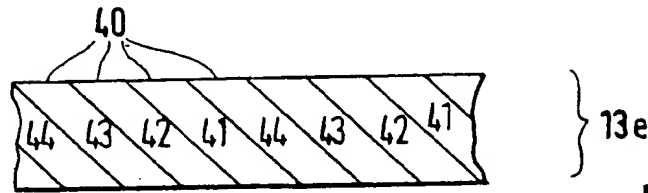


FIG. 7b

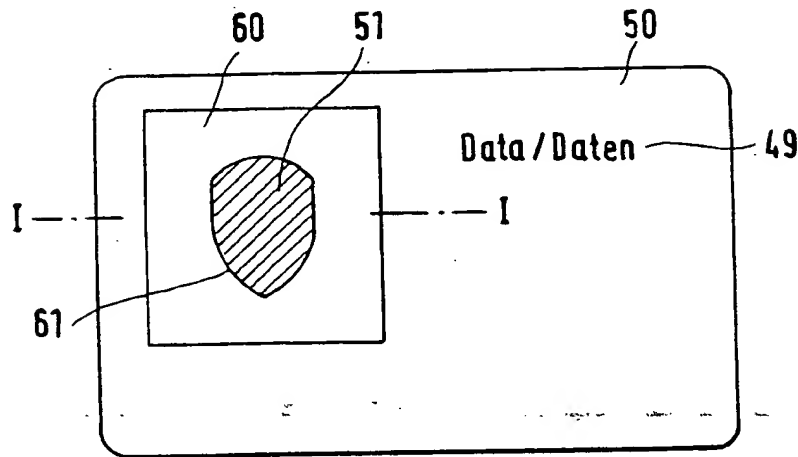


FIG. 8a

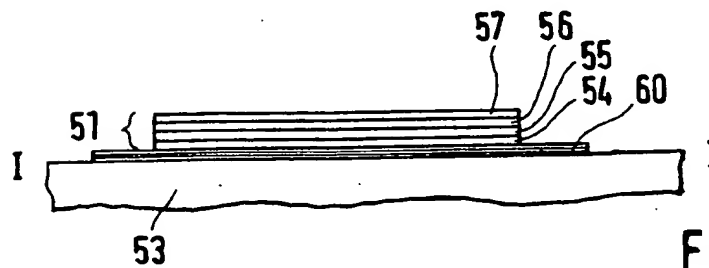


FIG. 8b

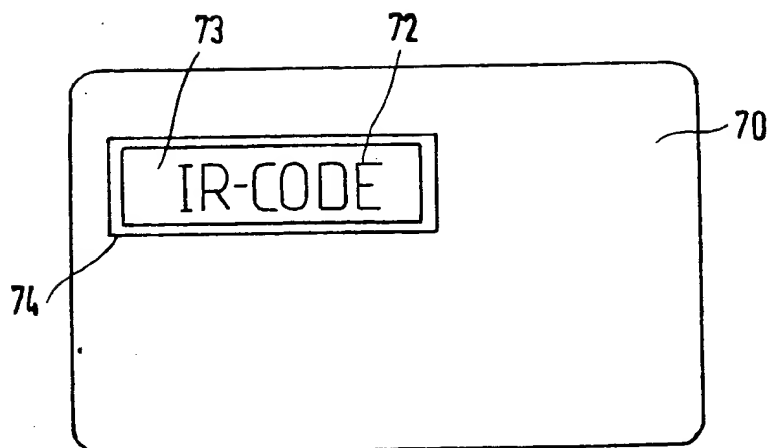


FIG. 9a

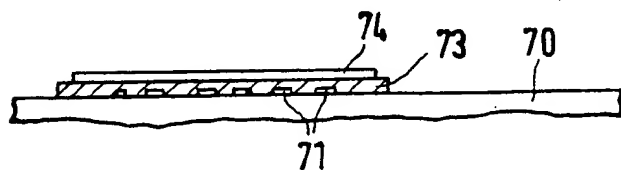


FIG. 9b

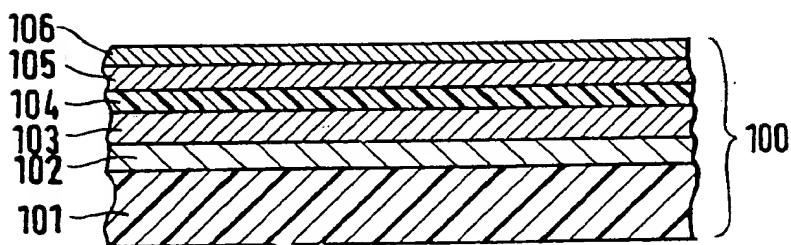


FIG. 10

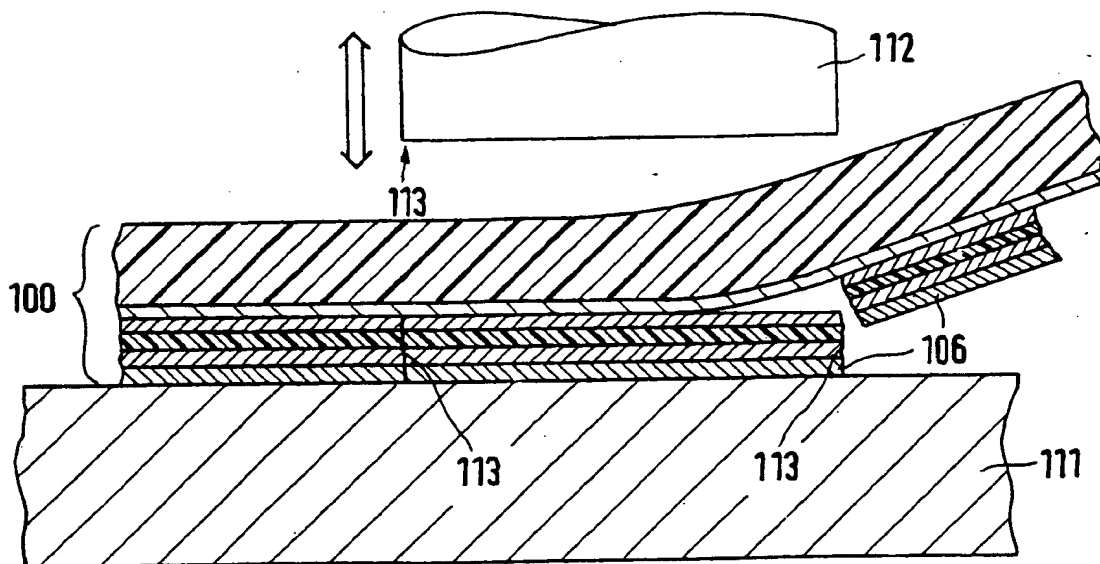
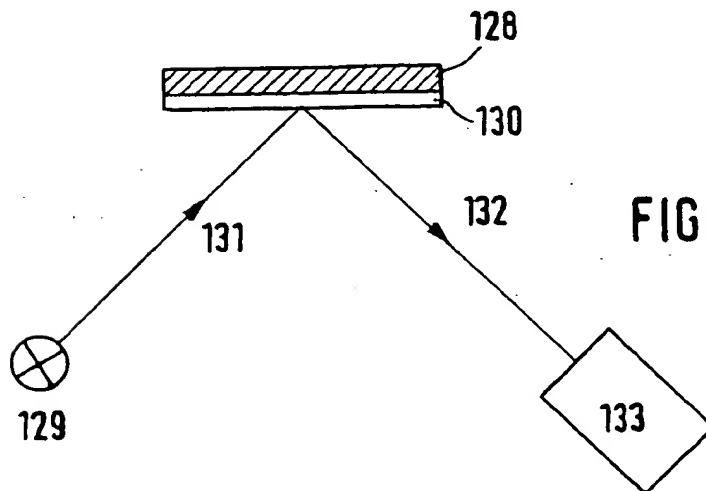
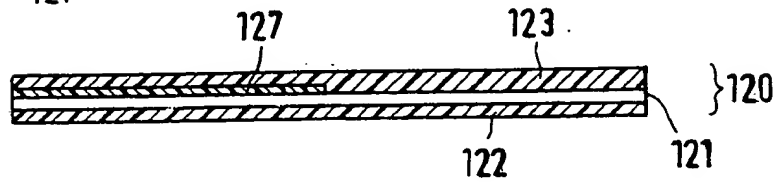
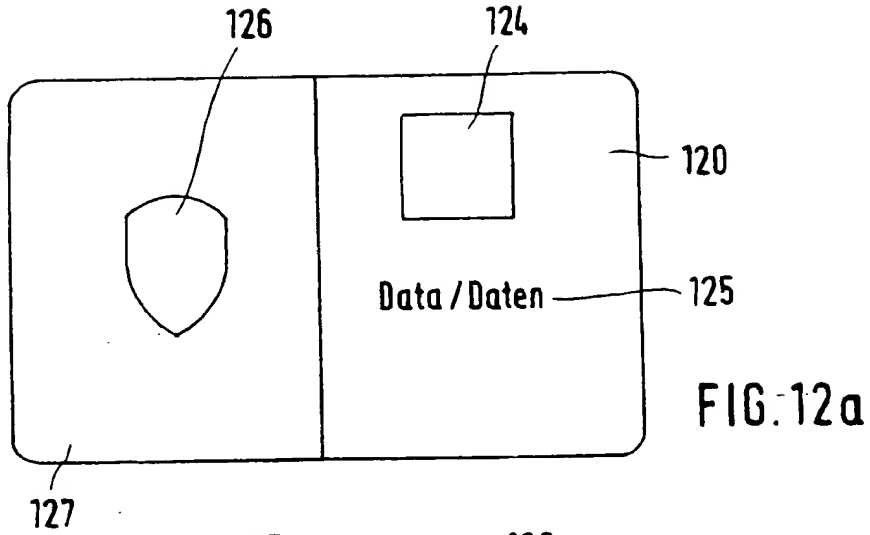


FIG. 11



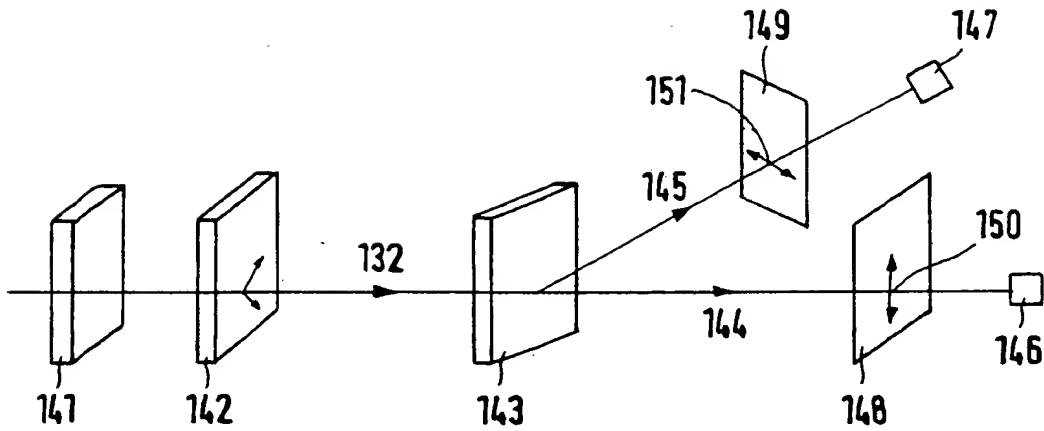


FIG. 14

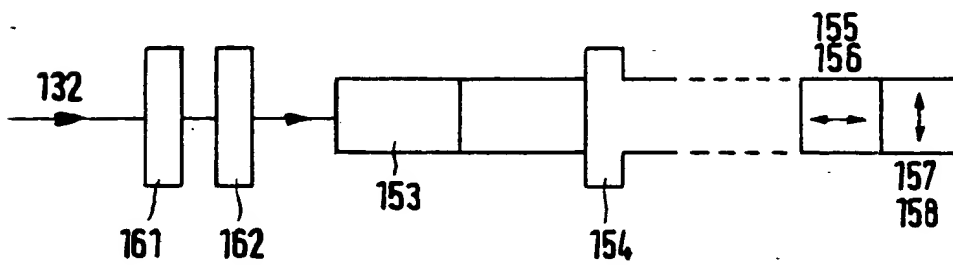


FIG. 15